

21.11.03

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

PCT/JP03/13849

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 2 年 1 0 月 3 0 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 2 - 3 1 6 3 7 7

[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 1 6 3 7 7]

出 願 人
Applicant(s): 東京エレクトロン株式会社

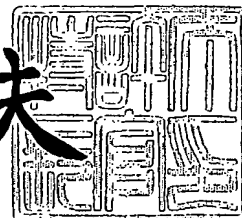
| | |
|-------------|-----|
| RECEIVED | |
| 12 DEC 2003 | |
| WIPO | PCT |

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 1 0 月 2 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 8 8 5 8 6

【書類名】 特許願
【整理番号】 JPP021057
【提出日】 平成14年10月30日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01L 21/205
H01L 21/22
H01L 21/31

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 藤田 武彦

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 岡田 充弘

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 梅澤 好太

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 長谷部 一秀

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 坂本 浩一

【特許出願人】

【識別番号】 000219967

【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100091513

【弁理士】

【氏名又は名称】 井上 俊夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 034359

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9105399

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 熱処理装置及び熱処理方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 多数の基板を反応容器の長さ方向に保持具に保持させ、この保持具を反応容器内に搬入した後、前記反応容器内に処理ガスを供給しながら基板に対して熱処理を行う熱処理装置において、

1 バッチで処理しようとする製品基板の枚数と処理ガスの流量パラメータの目標値とを対応させたデータを記憶する流量パラメータ記憶部と、

1 バッチで処理しようとする製品基板の枚数に応じた流量パラメータの目標値を前記流量パラメータ記憶部のデータから求め、処理ガスの流量パラメータがその目標値になるように制御信号を出力する処理手段と、を備え、

流量パラメータの目標値は、1 バッチで処理しようとする製品基板の枚数が互いに異なるバッチ処理の間で成膜速度が揃うように決められていることを特徴とする熱処理装置。

【請求項 2】 1 バッチで処理した製品基板のうちの 1 枚について薄膜の平均膜厚を処理時間で割った値をそのバッチにおける成膜速度とすると、各バッチにおける成膜速度の最小値と最大値との差は、 0.05 nm/分 以内であることを特徴とする請求項 1 記載の熱処理装置。

【請求項 3】 流量パラメータは処理ガスの流量であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の熱処理装置。

【請求項 4】 反応容器内には複数種の処理ガスが供給され、流量パラメータは、複数種の処理ガスの合計流量及び流量比の少なくとも一方であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の熱処理装置。

【請求項 5】 流量パラメータ記憶部から求めた流量パラメータの目標値は、製品基板の特定の枚数と流量パラメータの目標値との関係を示すグラフを補間して得られたものであることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の熱処理装置。

【請求項 6】 反応容器内の処理雰囲気を複数のゾーンに分割し、各ゾーンを加熱する複数の加熱手段と、

1 バッチで処理しようとする製品基板の枚数と各ゾーンの温度の目標値とを対応させたデータを記憶する温度記憶部と、を備え、

前記処理手段は、1 バッチで処理しようとする製品基板の枚数に応じた前記ゾーンの温度目標値を前記温度記憶部のデータから求め、ゾーンの温度がその温度目標値になるように制御信号を出力することを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の熱処理装置。

【請求項 7】 1 バッチで処理しようとする製品基板の枚数と保持具における製品基板の配置レイアウトとを対応させたデータを記憶する配置レイアウト記憶部を備え、

前記処理手段は、1 バッチで処理しようとする製品基板の枚数に応じた配置レイアウトを配置レイアウト記憶部のデータから求め、その配置レイアウトで製品基板が保持具に配置されるように制御信号を出力することを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の熱処理装置。

【請求項 8】 前記成膜速度が許容値から外れているときにその成膜速度と予め求めた処理ガスの単位流量当たりの成膜速度の変化分とに基づいて処理ガスの流量を調整する手段と、を備えたことを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の熱処理装置。

【請求項 9】 多数の基板を反応容器の長さ方向に保持具に保持させ、この保持具を反応容器内に搬入した後、前記反応容器内に処理ガスを供給しながら基板に対して熱処理を行う熱処理方法において、

1 バッチで処理しようとする製品基板の枚数と処理ガスの流量パラメータの目標値とを対応させたデータを用い、1 バッチで処理しようとする製品基板の枚数に応じた流量パラメータの目標値を前記データから求める工程と、

処理ガスの流量パラメータが前記工程で求めた目標値になるように処理ガスの流量を制御する工程と、を含み、

流量パラメータの目標値は、1 バッチで処理しようとする製品基板の枚数が互いに異なるバッチ処理の間で成膜速度が揃うように決められていることを特徴とする熱処理方法。

【請求項 10】 1 バッチで処理した製品基板のうちの 1 枚について薄膜の

平均膜厚を処理時間で割った値をそのバッチにおける成膜速度とすると、各バッチにおける成膜速度の最小値と最大値との差は、 0.05 nm/分 以内であることを特徴とする請求項9記載の熱処理

【請求項11】 反応容器内の処理雰囲気を複数のゾーンに分割し、1バッチで処理しようとする製品基板の枚数とゾーンの温度の目標値とを対応させたデータを用い、1バッチで処理しようとする製品基板の枚数に応じたゾーンの温度目標値になるように、加熱手段を制御することを特徴とする請求項9または10に記載の熱処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体ウエハなどの基板を多数枚一括して熱処理するバッチ式の熱処理装置及び熱処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

多数枚の半導体ウエハに対して成膜処理、酸化処理などの熱処理を一括して行うバッチ式の熱処理装置として、縦型熱処理装置が知られている。この装置は図9に示すように縦型の加熱炉11と、ウエハ保持具であるウエハポート12とを備えており、ウエハポート12は多数枚のウエハWが所定のピッチで棚状に保持されるように構成されている。ウエハポート12は、図示しないウエハ移載機構によりウエハWが移載された後、ポートエレベータ13により加熱炉11内に搬入され、ウエハWに対して所定の熱処理が行われる。

【0003】

この熱処理装置においては、例えば成膜すべき薄膜の種類、膜厚などに応じて、処理圧力、処理温度、ガス流量などの処理条件（処理パラメータの目標値）が決められており、これら処理条件を書き込んだレシピが複数用意されている。そしてオペレータがレシピを選択することにより、予め定められた処理条件に基づいて熱処理装置が運転される。このようなレシピでは実際にウエハポート12にウエハWを満載して熱処理を行い、最適な処理条件を見つけることにより作成さ

れる。

【0004】

ところで最近ではDRAM生産に特徴的であった少品種大量生産から、システムLSIなどに特徴的な多品種少量生産にシフトしてきている。それに伴い半導体製造装置に対する処理形態の面でのニーズも変化してきており、縦型熱処理装置においては、少品種大量生産であれば多数のウエハが揃った時点で一括処理（フルバッチ処理）を行い全体としてのスループットを高くできたが、多品種少量生産の場合、同一処理を受けるウエハが多数枚揃うまでの時間が長くなる可能性があり、バッチ処理による高スループットというメリットが得られにくくなってしまう。

これに対して異なるウエハ枚数に対して同一の処理パラメータで処理した場合膜特性が処理枚数によって異なってくる。例えば少数のウエハに対して多数枚時と同じパラメータで処理した場合には、成膜速度、面内均一性などが変化してしまう。これを回避する方法として製品ウエハ以外にダミーウエハと呼ばれるものを用意して不足枚数だけダミーウエハを用いてウエハポート12を満載状態とし、ウエハ満載時の通常の処理条件で熱処理を行うようにする方法がある。

【0005】

しかしながらダミーウエハはコストが高く、複数回の処理毎に洗浄されて繰り返し使用されるが、使用回数には制限があり、一定使用回数後には新たなダミーウエハと交換する必要がある、このためランニングコストを高騰させる要因になっていた。特にウエハが大口径化すると、例えば300mmサイズのウエハは200mmサイズのウエハと比較して価格が非常に高く、ダミーウエハのコストも高くなる。また製品ウエハの枚数が少ない場合に、ダミーウエハの移載に要する時間の割合が増加し、スループットの点でも無駄があった。

【0006】

一方文献1の図6、段落0027、0028及び0031には、バッチサイズ毎に温度、圧力及びガス流量などの処理パラメータの目標値をパラメータテーブルに格納し、バッチサイズが決まるとこのテーブルからそのバッチサイズに対応する処理パラメータの目標値をメモリにコピーし、CPUがレシピのステップを

読み出して「メモリ参照」と記載されたステップのところにくると前記メモリ参照して処理パラメータの目標値を読み出すことが記載されている。またこの文献1の段落0034には、バッチサイズが変わってもダミーウエハによりウエハポートを満載にしなくとも面内均一性、面間均一性、再現性の良好な熱処理を行うことができることが記載されている。

【0007】

【文献1】 特開2001-144019 図6、段落0027、0028
及び0031

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

半導体デバイスの高集積化に伴い今後益々薄膜化が進むことが予測されるが、そうすると各膜の膜質のばらつきがデバイスの特性に与える影響が大きくなり、このため膜質についてより一層高い均一性が要求されてくる。ここで文献1の手法はバッチサイズ毎に処理パラメータを変更するという方向性を打ち出しているものではあるが、各ロット間の膜質の均一性については着目されておらず、今後はいかにして多品種少量生産を効率良く実施しかつ膜質の均一性を確保するかが課題になる。

【0009】

本発明はこのような事情に基づいてなされたものであり、その目的は、基板に対し熱処理をバッチ式で行うにあたり、1バッチで処理される製品基板枚数の多少に拘わらず、薄膜の膜質が各バッチ間で揃う熱処理装置及び熱処理方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明は、多数の基板を反応容器の長さ方向に保持具に保持させ、この保持具を反応容器内に搬入した後、前記反応容器内に処理ガスを供給しながら基板に対して熱処理を行う熱処理装置において、

1バッチで処理しようとする製品基板の枚数と処理ガスの流量パラメータの目標値とを対応させたデータを記憶する流量パラメータ記憶部と、

1 バッチで処理しようとする製品基板の枚数に応じた流量パラメータの目標値を前記流量パラメータ記憶部のデータから求め、処理ガスの流量パラメータがその目標値になるように制御信号を出力する処理手段と、を備え、

流量パラメータの目標値は、1 バッチで処理しようとする製品基板の枚数が互いに異なるバッチ処理の間で成膜速度が揃うように決められていることを特徴とする。

【0011】

この発明において、成膜速度が揃うようにとは、例えば次のことを意味する。即ち、1 バッチで処理した製品基板のうちの1枚について薄膜の平均膜厚を処理時間で割った値をそのバッチにおける成膜速度とすると、各バッチにおける成膜速度の最小値と最大値との差は、 0.05 nm/分 以内である。

【0012】

流量パラメータとは、例えば処理ガスが1種類であればその処理ガスの流量である。処理ガスが成膜に直接関わる成膜ガスとキャリアガスとを含む場合には、例えば両者の流量比を一定にした状態の合計流量、または両者の流量比、あるいは合計流量及び流量比である。なお成膜ガスとは、CVDを行うときの成膜ガスに限らず、例えばシリコンウエハ表面を酸化して酸化膜を形成する場合には酸化ガスに相当する。更にまた処理ガスとして後述の実施の形態のように複数種類の成膜ガスを用いる場合には、例えばそれら成膜ガスの流量比を一定にした状態の合計流量、またはそれら成膜ガスの流量比、あるいは合計流量及び流量比である。この場合キャリアガスが含まれていれば成膜ガスとキャリアガスとの流量比を一定にした状態での合計流量、または成膜ガスとキャリアガスとの流量比、あるいはその両方であってもよい。

【0013】

流量パラメータ記憶部から求めた流量パラメータの目標値は、製品基板の特定の枚数と流量パラメータの目標値との関係を示すグラフを補間して得られたものであってもよい。本発明は、反応容器内の処理雰囲気を複数のゾーンに分割し、各ゾーンを加熱する複数の加熱手段を設けた装置においては、1 バッチで処理しようとする製品基板の枚数と各ゾーンの温度の目標値とを対応させたデータを記

憶する温度記憶部を備え、前記処理手段は、1バッチで処理しようとする製品基板の枚数に応じた前記ゾーンの温度目標値を前記温度記憶部のデータから求め、ゾーンの温度がその温度目標値になるように制御信号を出力するようにしてもよい。また1バッチで処理しようとする製品基板の枚数と保持具における製品基板の配置レイアウトとを対応させたデータを記憶する配置レイアウト記憶部を備え、前記処理手段は、1バッチで処理しようとする製品基板の枚数に応じた配置レイアウトを配置レイアウト記憶部のデータから求め、その配置レイアウトで製品基板が保持具に配置されるように制御信号を出力するようにしてもよい。更に前記成膜速度が許容値から外れているときにその成膜速度と予め求めた処理ガスの単位流量当たりの成膜速度の変化分とに基づいて処理ガスの流量を調整する手段と、を備えた構成としてもよい。

【0014】

本発明によれば、1バッチで処理する基板の枚数が満載状態に対応する枚数より少なくても、ダミーウエハにより保持具を満載状態にすることなく熱処理を行うので、コストが抑えられ、また満載状態にするために後続の基板を待つ必要がないのでスループットが高い。そして実質同じ温度下で成膜速度が同じであるということは基板近傍のガス環境が同じであるということができ、このことは成膜された薄膜の膜質が同等であると考えられる。従って互いに製品枚数が異なる各バッチ間で膜質が揃った処理を行うことができる。

【0015】

また本発明に係る熱処理方法は、多数の基板を反応容器の長さ方向に保持具に保持させ、この保持具を反応容器内に搬入した後、前記反応容器内に処理ガスを供給しながら基板に対して熱処理を行う熱処理方法において、

1バッチで処理しようとする製品基板の枚数と処理ガスの流量パラメータの目標値とを対応させたデータを用い、1バッチで処理しようとする製品基板の枚数に応じた流量パラメータの目標値を前記データから求める工程と、

処理ガスの流量パラメータが前記工程で求めた目標値になるように処理ガスの流量を制御する工程と、を含み、

流量パラメータの目標値は、1バッチで処理しようとする製品基板の枚数が互

いに異なるバッチ処理の間で成膜速度が揃うように決められていることを特徴とする。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下に本発明に係る熱処理装置を成膜処理を行う縦型熱処理装置に適用した実施の形態について説明を行う。初めに縦型熱処理装置の全体構成を図1を参照しながら簡単に説明しておく、図1中20は装置の外装部をなす筐体、21はキャリア搬入出部、22はキャリア搬送機構、23はキャリアストッカ、24は受け渡しステージである。基板である半導体ウエハ（図1では省略している）を収納したキャリアCはキャリア搬入出部21に搬入され、キャリア搬送機構22により例えばキャリアストッカ23に一旦保管された後、受け渡しステージ24に搬送される構成とされている。また図中3はウエハロード室25内に設けられるウエハの移載手段であり、受け渡しステージ24上のキャリアC内からウエハWを取り出し、ポートエレベータ26上に設けられる保持具であるウエハポート27へと移載を行うように構成されている。またウエハポート27は、ポートエレベータ26により上昇し、加熱炉4内に搬入される構成とされている。

【0017】

ここで加熱炉4の周辺部位について図2を用いて詳細に説明する。図示するように加熱炉4は、例えば両端が開口している内管41a及び上端が閉塞している外管41bからなる例えば透明石英製の二重管構造の反応管41と、この反応管41の周囲を囲むように設けられる加熱手段例えば抵抗加熱体からなるヒータ5とを備えた構成とされている。ヒータ5は、反応管41内の熱処理雰囲気を上下に複数分割し、各ゾーン毎に別個の加熱制御を行うことができるようにできるように、例えば5段（5a～5e）に分割して設けられている。これらヒータ（5a～5e）は夫々温度コントローラ51（51a～51e）からの制御信号により温度がコントロールされるように構成されている。

【0018】

また内管41a及び外管41bの下部側は筒状のマニホールド42により支持されており、このマニホールド42には内管41aの内側の下部領域に供給口が

開口するように複数のガス供給管 6 が接続されている。図 2 では便宜上 2 本のガス供給管 6 (6 1、6 2) を示しており、これらガス供給管 6 1 (6 2) には、バルブ V A 1 (V A 2) 及び例えばマスフローコントローラからなる流量調整部 6 3 (6 4) 並びにバルブ V B 1 (V B 2) を介してガス供給源 6 5 (6 6) に接続されている。この例ではガス供給源 6 5、6 6 は夫々処理ガスであるジクロルシランガス及びアンモニアガスの供給源とされる。

【0019】

更にマニホールド 4 2 には、内管 4 1 a と外管 4 1 b との間から排気するように図示しない真空ポンプに一端側が接続された排気管 4 3 が接続されている。この例では内管 4 1 a、外管 4 1 b 及びマニホールド 4 2 により反応容器が構成される。マニホールド 4 2 の下端開口部は、既述のボートエレベータ 2 6 の上端部に設けられる蓋体 4 4 により塞がれる構成とされており、この蓋体 4 4 とウエハボート 2 7 との間には、例えば図示しない駆動部により回転自在に構成される回転台 4 5 と、この回転台 4 5 に支持された保温ユニット 4 6 とが介設されている。

【0020】

またこの縦型熱処理装置は制御部 7 を備えており、この制御部 7 は、温度コントローラ 5 1 (5 1 a ~ 5 1 e) に制御信号である温度目標値に相当する信号を送ると共に、流量調整部 6 3、6 4 に制御信号である流量目標値に相当する信号を送るように構成されている。制御部 7 の構成を図 3 により詳しく説明すると、7 0 はバス、7 1 は CPU (中央処理部)、7 2 はプログラム格納部、7 3 はレシピ格納部、7 4 は入力部である。プログラム格納部 7 2 内には、後述の記憶部からのデータの読み出し及び演算などを行うためのプログラムが格納されている。この例では CPU 7 1 及びプログラム格納部 7 2 により、後述のデータを読み出して制御信号を作成するための処理手段を構成している。レシピ格納部 7 3 内には例えば成膜すべき薄膜の種類などの処理種別毎に、ヒータ 5 の温度調整、ガス供給管 6 のバルブ V A 1 などのオン、オフ、圧力調整などの処理手順が記載されたレシピが格納されている。入力部 7 4 はオペレータにより操作される操作パネル及びキーボードなどからなり、レシピの選択などが行われる。

【0021】

また図3中において、75はバッチサイズー流量の関係データを記憶する第1の記憶部（特許請求の範囲の流量パラメータ記憶部に相当する）である。バッチサイズとは、1バッチの熱処理時にウエハポートに保持される製品ウエハの枚数であり、ここでいう流量とは、流量パラメータの一例である処理ガスであるジクロルシランガス及びアンモニアガスの合計流量である。そしてバッチサイズー流量の関係データとは、例えばバッチサイズ毎にそのバッチサイズに適したガス流量が記載されたテーブルである。例えば製品ウエハの枚数が25枚で満載状態になる場合には、1枚から25枚までの各枚数とその枚数に適したガス流量とが記載され、そのデータは例えば図4のグラフ（イ）に基づいて作成される。

【0022】

このグラフ（イ）は、バッチサイズを3枚、6枚、10枚、13枚、17枚、22枚、25枚の7通りに設定し、各バッチサイズにおいてジクロルシランガス及びアンモニアガスの流量比を一定にして合計流量を調整し、熱処理によって成膜された窒化シリコン膜の膜厚を測定し、その膜厚を熱処理時間で割り算して成膜速度を求め、各バッチサイズにおける成膜速度が揃うこととなる合計流量をプロットしたものである。図4には、各バッチサイズにおける成膜速度をグラフ（ロ）として記載しており、グラフ（イ）のように設定することにより成膜速度が各バッチ間で揃っていることが理解される。例えばバッチサイズが10つまり10枚処理の時には流量は120 s c c mで目標の成膜速度を達成している。

【0023】

各バッチサイズにおける膜厚の値は製品ウエハが配置される領域に配置された試験用のウエハの1枚について求めた例えば平均膜厚である。また各バッチサイズにおける成膜速度が揃うこととなる合計流量とは、例えば各バッチにおける成膜速度の最小値と最大値との差が、0.05 nm/分以内となる合計流量であり、本発明者は成膜速度のばらつきがこの範囲内に収まっていれば、各バッチサイズ間で成膜された薄膜の膜質は均一である、つまりバッチ間の薄膜の膜質は均一であると捉えている。実際にSEM（電子走査顕微鏡）により膜質を確認したところ、各バッチにおける成膜速度の最小値と最大値との差が、0.05 nm/分

以内であれば、膜質は同等であることを把握している。

【0024】

図4では7点のデータしかないが、上述の第1の記憶部75内に記憶されているバッチサイズー流量の関係データは図4のグラフ(イ)を補間することにより各バッチサイズのデータを求めて入力したものである。なお前記グラフ(イ)を第1の記憶部75内に格納し、このグラフを補間して出力するようにしてもよい。また図4のグラフは実際には種々の熱処理温度毎に作成され、それに基づいて種々の熱処理温度毎にバッチサイズーガス流量の関係データが作成されて前記第1の記憶部75内に記憶される。

【0025】

本発明は、既述のようにバッチサイズ毎に設定された流量で熱処理を行うことにより、各バッチ間の成膜速度を揃えるものであるが、流量の設定のみでは成膜速度に若干のばらつきがある場合には、バッチサイズによっては各ゾーン1～5における温度目標値を微妙に変えることが好ましい。そこでこの例では制御部7にバッチサイズー温度の関係データを記憶する第2の記憶部(特許請求の範囲の温度記憶部に相当する)76を設けている。バッチサイズー温度の関係データとは、バッチサイズと反応容器内の各ゾーン1～5の温度の目標値とを対応させたデータであり、例えば図5に示すように各バッチサイズ毎に各ゾーン1～5の温度目標値が記載されたテーブルである。「L=数字」はバッチサイズつまり1バッチにおける製品ウエハの枚数を表しており、便宜上製品ウエハの枚数が3枚(L=3)、13枚(L=13)、25(L=25)枚の場合について具体的な温度目標値の数字を記載してあるが、実際には1枚～25枚の各々の場合における数値が記載されている。ゾーン1～5とは、夫々ヒータ5(5a～5e)により加熱制御される領域であり、この例では中央のゾーン3の温度目標値はいずれのバッチサイズにおいても同じ値としている。例えばウエハWの熱処理温度(プロセス温度)を設定したとき、製品ウエハ群の並びの中央に位置する製品ウエハの温度がその熱処理温度になるように制御されるが、互いに異なるバッチサイズ間で成膜速度を揃えるために製品ウエハ群の中央部の温度は動かすことなく、その上下のゾーンの温度目標値を微妙に変更することでいわば温度勾配を微妙に調整

しているといえる。

【0026】

ところで既述の各バッチサイズにおける成膜速度を示す図4のグラフ(ロ)は、バッチサイズー流量の関係データに加え、前記バッチサイズー温度の関係データに基づいて加熱制御を行った結果得られたものであるが、本発明は各バッチサイズの間で流量を調整することにより成膜速度の均一性が確保できるのであれば、各ゾーン1～5の温度目標値はバッチサイズの間で調整しなくても、つまりバッチサイズー温度の関係データを用いなくともよい。なおバッチサイズー温度の関係データは全てのバッチサイズについて作成されていなくても、特定のバッチサイズ例えば既述の7通りのバッチサイズについて各ゾーン1～5の温度目標値を記載しておき、その他のバッチサイズにおける各ゾーン1～5の温度目標値についてはこれらのデータから補間して求めるようにしてもよい。

【0027】

更にまた制御部7は、ウエハ配置レイアウト決定部77を備えている。このウエハ配置レイアウト決定部77は、各バッチサイズにおいてどのようにして製品基板の配置レイアウトを決めるかというアルゴリズムが記載された記憶部である。例えば25枚の製品ウエハにより満載になる場合には、ウエハポート27の保持溝(スロット)は29段設けられており、前記アルゴリズムによれば最上段を1段目とすると15段目を中心に製品ウエハPWが配置され、その上下にモニターウエハMWが配置され、更にその上下にダミーウエハDWが配置されることになる。図6にバッチサイズが3($L=3$)及び25($L=25$)の場合についてウエハの配置レイアウトを示しておく。図6中の<数字>は段数を示している。この例では製品枚数が奇数の場合を示しているが、偶数の場合には例えば15段目の下側の枚数が上側よりも多くなるように決められる。またダミーウエハDWは製品ウエハPWの配置領域の温度制御を行いやすくするために配置されており、またモニターウエハMWはそのバッチ処理において製品ウエハPWに成膜された薄膜を評価するためのものである。

【0028】

図3に説明を戻すと、制御部7には、カウンタ81、図1に記載したウエハW

の移載手段 3、温度コントローラ 51 (51a ~ 51c) 及び流量調整部 65、66 が接続されている。カウンタ 81 は例えば図 1 にて示したキャリア搬入出部 21 に設けられる反射型光センサー等からなる図示しないマッピングセンサーからの信号に基づいて、キャリア搬入出部 21 上のキャリア C 内の製品ウエハの枚数、をカウントするものである。制御部 7 は、どのキャリア C をキャリアストック 23 内のどの位置に置き、どのタイミングで熱処理を行うかを把握しているので、キャリア搬入出部 21 に搬入された時点で各キャリア C 内の製品ウエハの枚数をカウントしておけば、各バッチ処理で熱処理される製品ウエハの枚数を把握できることになる。但し実際には、前工程の制御部あるいは上位コンピュータから縦型熱処理装置に何枚の製品ウエハの入ったどのキャリア C が搬入されるかという情報が送られるので、マッピングセンサーによるウエハのカウントを行わなくても、各キャリア C 内のウエハの枚数は把握できるが、念のためカウントしておきそのデータを用いる方が確実性が高い。なおオペレータが入力部 74 からバッチサイズを入力してもよい。

【0029】

次に図 7 に示す工程図を参照しながら、本実施の形態の作用について説明を行う。先ず外部からキャリア C をキャリア搬入出部 21 に搬入し (ステップ S1)、これから行う処理種別に応じて入力部 74 によりレシピ選択部 73 の中からレシピを選択する (ステップ S2)。そして例えば既述のようにしてキャリア C 内の製品ウエハ PW の枚数がカウンタ 78 によりカウントされて制御部 7 内にその情報が取り込まれ、カウント情報に基づいてこれから行おうとする熱処理のバッチサイズを把握する (ステップ S3)。CPU 71 はプログラム格納部 72 内のプログラムにより、第 1 の記憶部 75 内のバッチサイズー流量の関係データを参照し、バッチサイズに対応する処理ガスの流量を求めると共に、第 2 の記憶部 76 内のバッチサイズー温度の関係データを参照し、バッチサイズに対応する温度勾配 (各ゾーン 1 ~ 5 の温度目標値) を求める (ステップ S4)。

【0030】

更にウエハ配置決定部 77 は、バッチサイズに対応する製品ウエハ、ダミーウエハ及びモニタウエハの配置レイアウトを決定し (ステップ S5)、CPU 71

はプログラム格納部 72 内のプログラムによりその配置レイアウトとなるように制御信号を図示しないコントローラに出力して移載手段 3 を制御し、ウエハ W がウエハポート 27 に移載される（ステップ S6）。その後ウエハポート 27 はポーエレータ 26 により反応容器内に搬入され、所定の圧力及び温度下で処理ガス供給管 6（61、62）から夫々ジクロルシラン及びアンモニアガスを反応容器内に供給しながらウエハ W に対して熱処理が行われシリコン窒化膜が成膜される（ステップ S7）。即ち熱処理は選択されたレシピに記載されたステップ及びパラメータ値に基づいて行われるが、処理ガスの流量についてはバッチサイズに応じた流量となるように流量調整部 65、66 に制御信号が出力されて流量が調整され、またこの例では各ゾーン 1～5 の温度目標値についてもバッチサイズに応じた温度となるように温度コントローラ 51（51a～51e）に制御信号が出力されてヒータ 5（5a～5e）の温度が制御される。そして所定時間熱処理が行われた後、ウエハポート 27 が反応容器内から搬出される（ステップ S8）。

【0031】

上述実施の形態によれば、常にウエハポート 27 にウエハ W を満載して熱処理を行うのではなく、1 バッチで処理しようとする製品ウエハの枚数に応じて処理ガスの流量パラメータこの例では合計流量の目標値を定めて熱処理を行うので、基板を満載状態にするためのダミー基板が不要になり、低コスト化を図ることができ、またスループットの低下も抑えられる。

【0032】

そして流量パラメータの目標値は、1 バッチで処理しようとする製品基板の枚数が互いに異なるバッチ処理の間で成膜速度が揃うように決められているので、1 バッチで処理される製品基板枚数の多少に拘わらず、薄膜の膜質が各バッチ間で揃う。即ち、流量の変更により膜質の変化が懸念されるが、成膜速度を保存した上で流量を変更することにより膜質が保存されることになる。もう少し詳しく言うと、成膜速度はウエハの温度とウエハ近傍のガス環境で決まることから、流量を変更しても同じ温度下において成膜速度が同じであるということは、ウエハ近傍のガス環境が同じであるということである。従ってウエハの温度とガス環境

とが同じであるため、当然成膜された薄膜の膜質も一定であると考えられる。このためデバイスの回路パターンが微細化して薄膜化が進んでも、デバイスの特性のばらつきを抑えることに寄与できる。

【0033】

また本発明では、前記合計流量における単位流量あたりの膜厚である、いわば感度係数 (nm/sccm) を予め求めておき、熱処理後のモニタウエハについて膜厚を測定した結果、その膜厚が許容される膜厚から外れているときには膜厚差を感度係数で割り算することにより流量の増減分を求め、その値だけ流量を調整するようにしてもよい。このことは、前記合計流量における単位流量あたりの成膜速度 (感度係数) を予め求めておき、得られた薄膜についての成膜速度が許容成膜速度から外れているときにはその差と感度係数とに基づいて流量を修正することと実質同じである。

【0034】

図8はこのような手法を実施するための制御部7の構成の一例を示しており、流量パラメータ修正部79は、前記感度係数と、入力された膜厚測定値と許容膜厚値との差分と、に基づいて流量を修正する部位である。流量が修正されると以後はその流量で熱処理が行われる。また図8に示すように、制御部7に膜厚測定部8からの膜厚測定値がオンラインで入力されるように構成し、その膜厚測定値と予め決めておいた許容膜厚値との差を求め、感度係数に基づいて流量の修正分を求め、自動で流量が修正されるようにしてもよい。モニタウエハは製品ウエハと同等の薄膜が成膜されているであろうということに基づいてその膜厚により製品ウエハの膜厚を評価するためのものであることから、モニタウエハの膜厚測定値に基づいて流量を修正するということは、製品ウエハの膜厚測定値に基づいて流量を修正することと同等である。なおモニタウエハの代わりに製品ウエハについての膜厚に基づいて流量を修正してもよい。

【0035】

以上において流量パラメータとは、例えば2種類の成膜ガスを使用する場合にはそれらのガスの流量比を一定にした合計流量に限定されるものではなく、例えば合計流量を一定にした流量比、あるいは流量比及び合計流量の両方であっても

よく、更にはキャリアガスを使用する場合にはキャリアガスと成膜ガスとの流量比であってもよいし、キャリアガスの流量を一定にしたときの複数種類の成膜ガスの流量比などであってもよい。

【0036】

なお本発明は、CVDなどにより薄膜を形成する処理に限らず例えばシリコン膜を酸化して酸化膜を形成する場合にも適用できる。

【0037】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、基板に対しバッチ式で熱処理を行うにあたり、常に保持具に基板を満載して熱処理を行うのではなく、1バッチで処理しようとする製品基板の枚数に応じて処理ガスの流量パラメータの目標値を定めて熱処理を行うので、基板を満載状態にするためのダミー基板が不要になり、低コスト化を図ることができる。そして流量パラメータの目標値は、1バッチで処理しようとする製品基板の枚数が互いに異なるバッチ処理の間で成膜速度が揃うように決められているので、1バッチで処理される製品基板枚数の多少に拘わらず、薄膜の膜質が各バッチ間で揃う。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施の形態に係る熱処理装置の全体概略構造を示す斜視図である。

【図2】

前記熱処理装置の加熱炉周辺を示す縦断面図である。

【図3】

前記熱処理装置の制御系を示す説明図である。

【図4】

バッチサイズとガス流量の目標値との関係を示すデータに成膜速度を重ねて表示した説明図である。

【図5】

バッチサイズと各ゾーンの温度目標値とを対応させたデータを示す説明図である。

【図 6】

ウエハポート上のウエハの配置レイアウトの一例を示す説明図である。

【図 7】

本実施の形態の作用を説明するための工程図である。

【図 8】

本発明の他の実施の形態における制御系を示す説明図である。

【図 9】

従来の熱処理装置を示す概略斜視図である。

【符号の説明】

| | |
|---------------------|-----------------------|
| W | 半導体ウエハ |
| C | キャリア |
| 2 2 | キャリア搬送機構 |
| 2 4 | 受け渡しステージ |
| 2 6 | ポートエレベータ |
| 2 7 | ウエハポート |
| 3 | 移載機構 |
| 4 | 加熱炉 |
| 4 1 | 反応管 |
| 4 2 | マニホールド |
| 5 (5 a ~ 5 e) | ヒータ |
| 5 1 (5 1 a ~ 5 1 e) | ヒータコントローラ |
| 6 (6 1、6 2) | 処理ガス供給管 |
| 6 3、6 4 | 流量調整部 |
| 7 | 制御部 |
| 7 0 0 | 処理手段 |
| 7 5 | 流量パラメータ記憶部である第 1 の記憶部 |
| 7 6 | 温度記憶部である第 2 の記憶部 |
| 7 7 | ウエハ配置レイアウト決定部 |
| 7 9 | 流量パラメータ値決定部 |

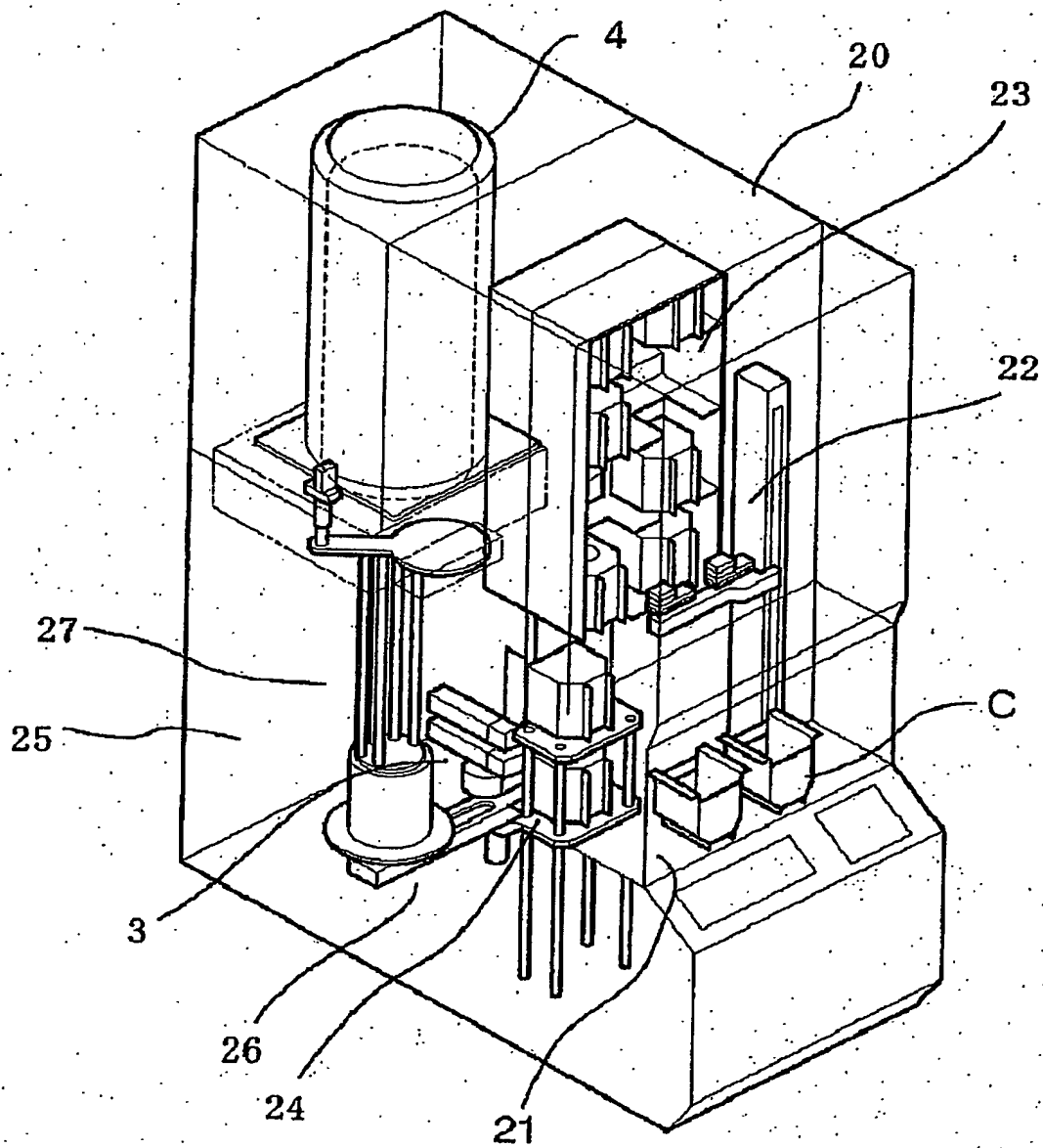
8

膜厚測定部

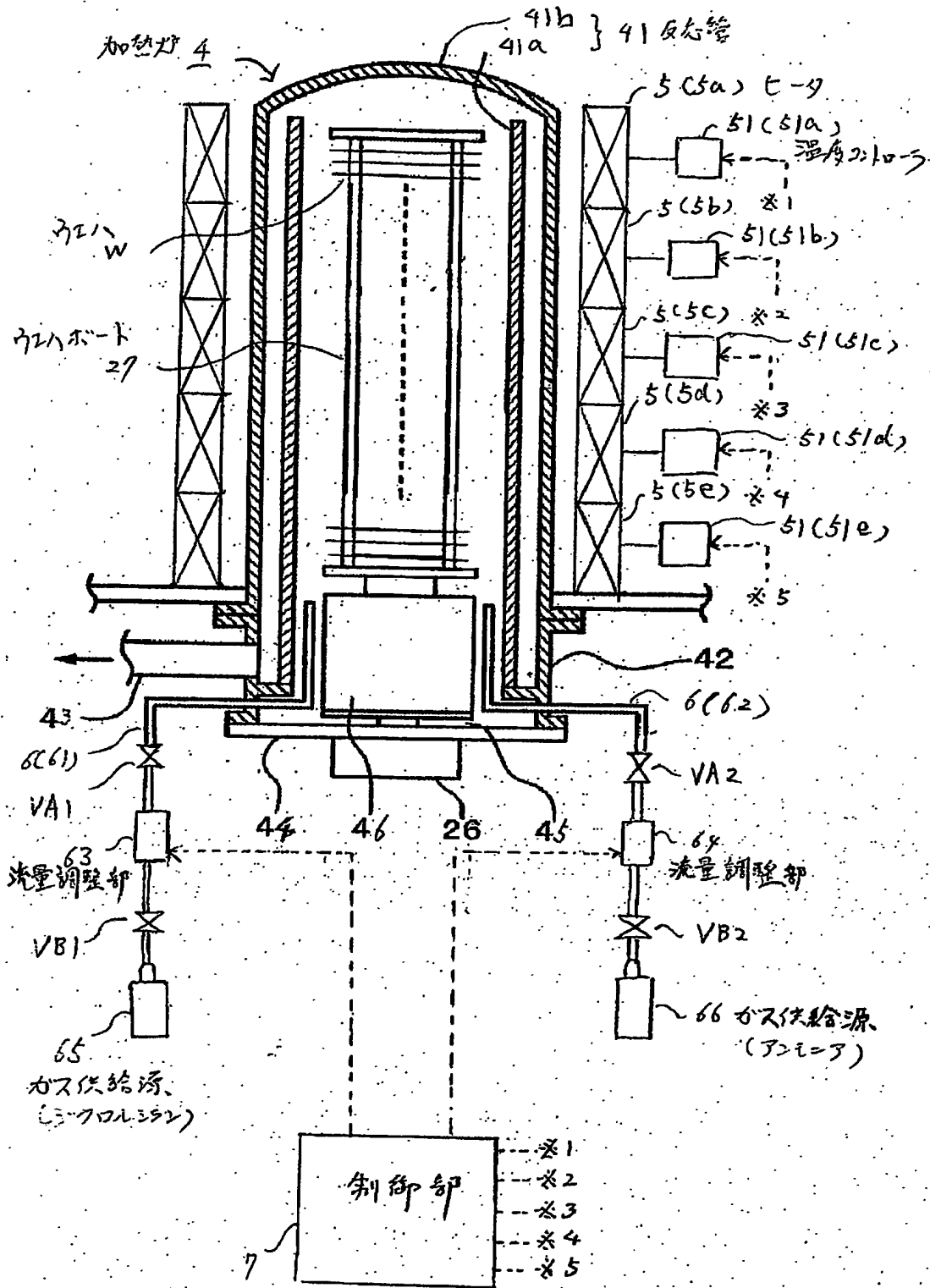
【書類名】

図面

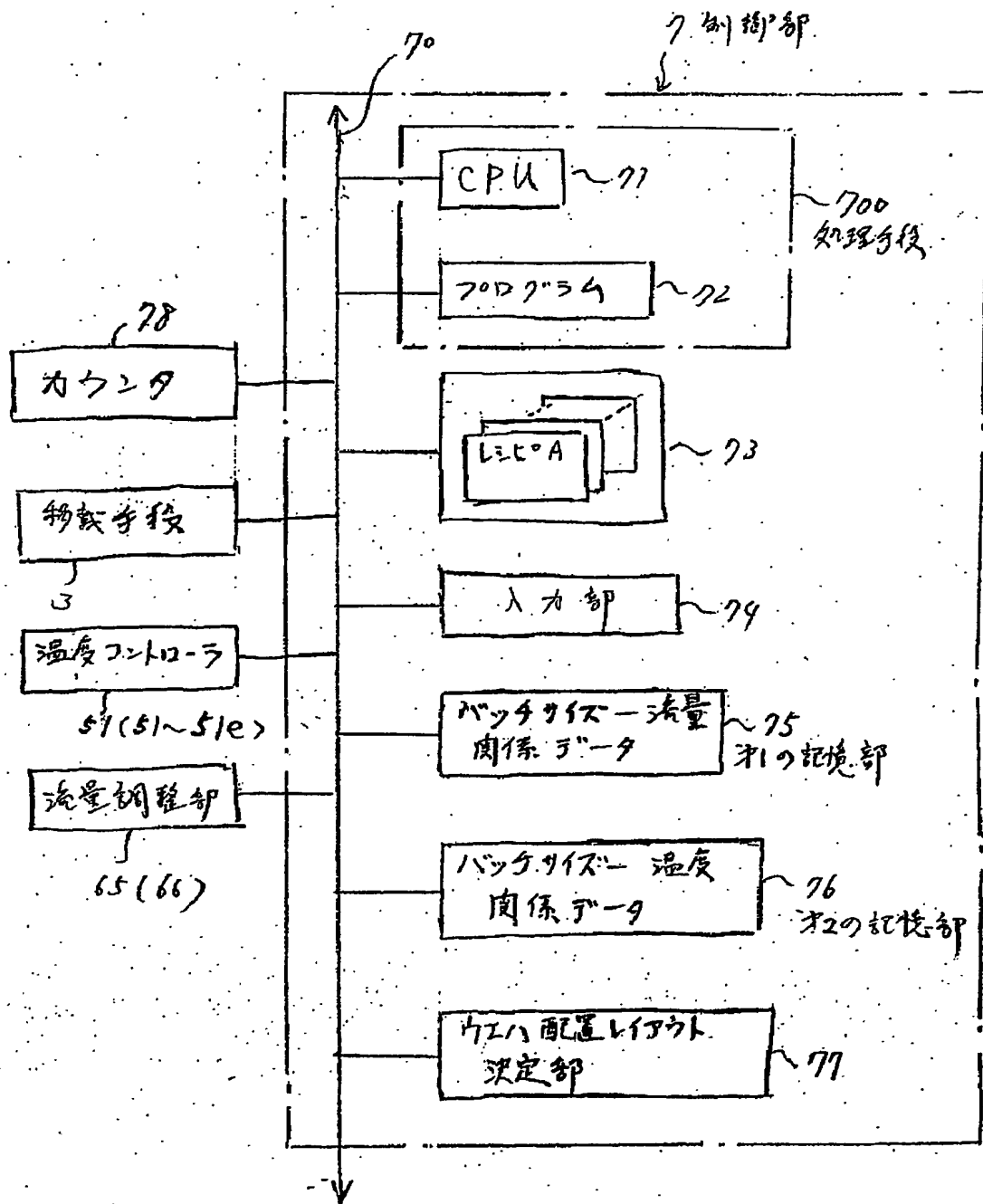
【図 1】



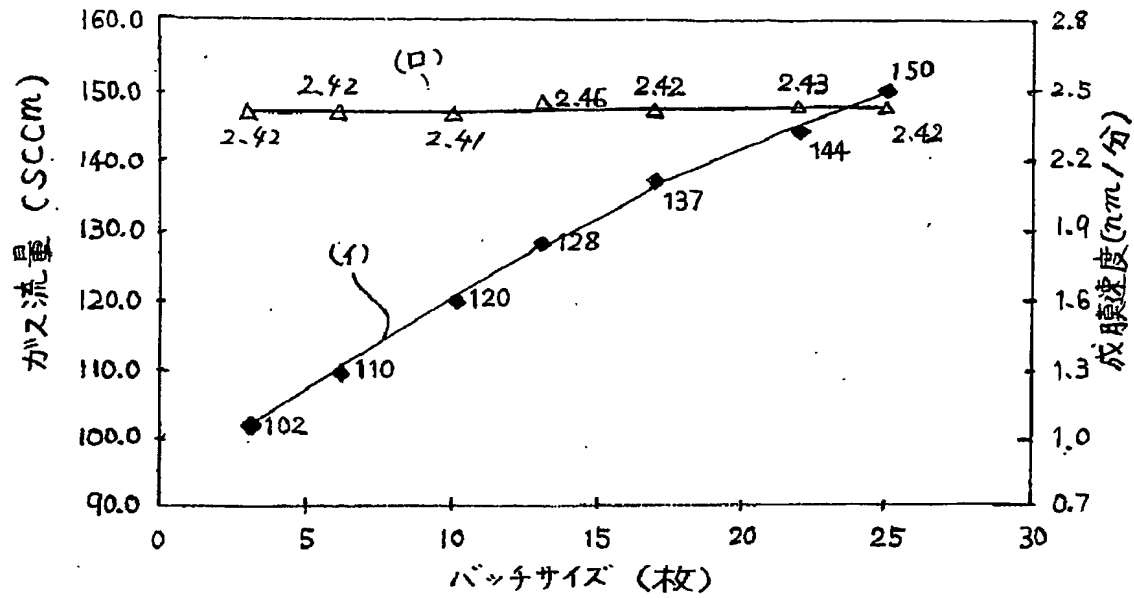
【図2】



【図3】



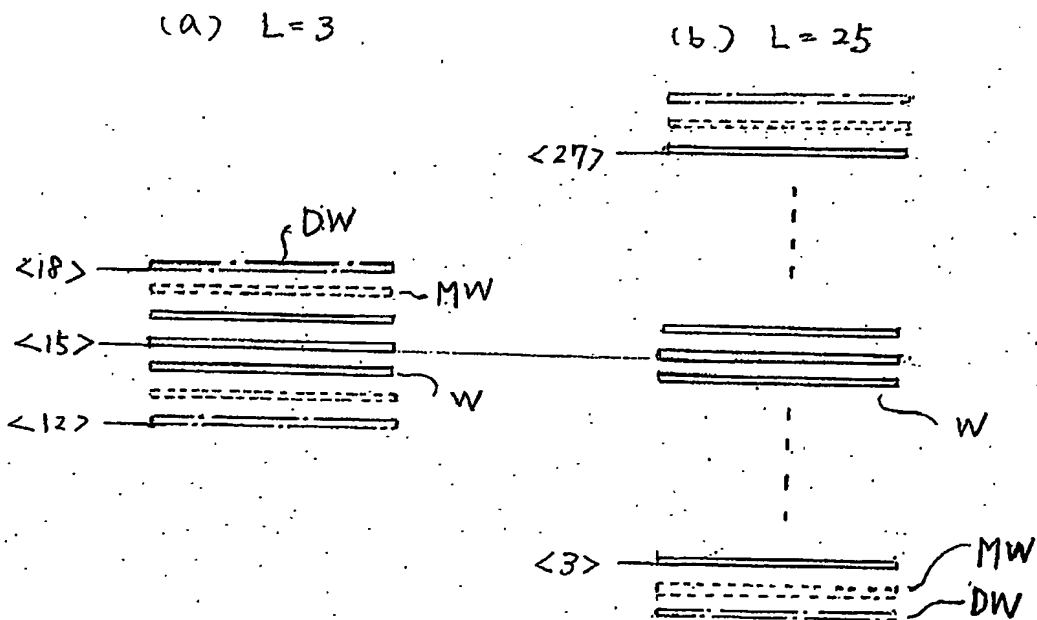
【図 4】



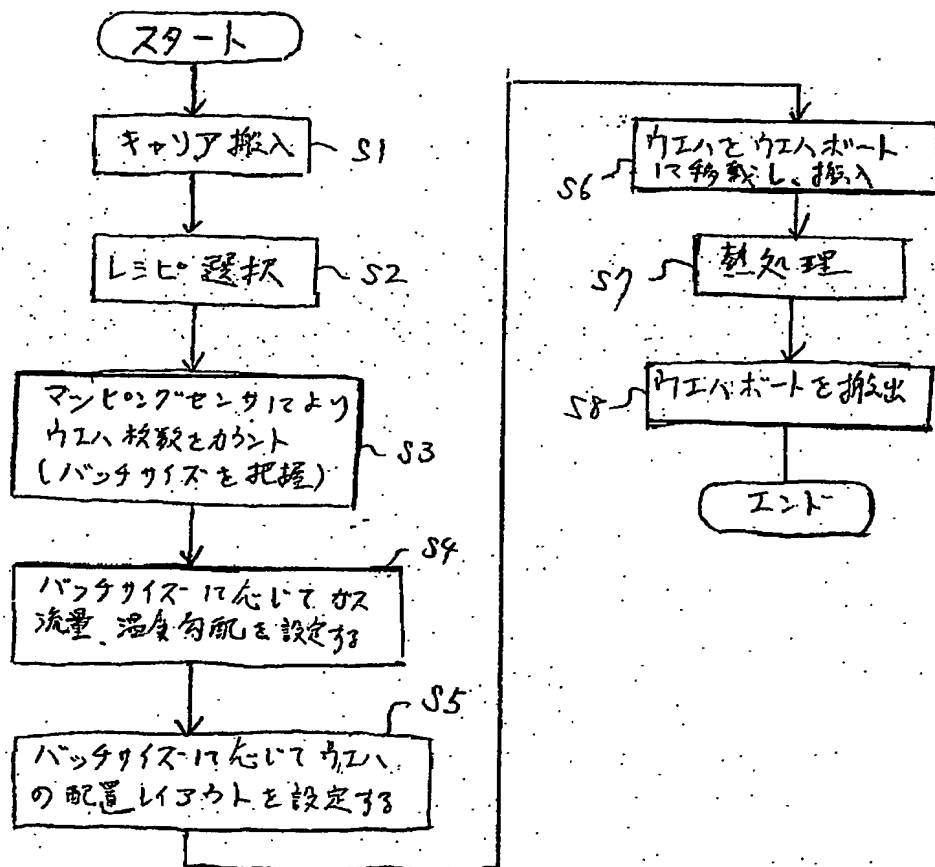
【図5】

| | L= | L=3 | ----- | L=13 | ----- | L=25 |
|------|----|-----|-------|------|-------|------|
| ゾーン1 | | 630 | ----- | 630 | ----- | 630 |
| ゾーン2 | | 617 | ----- | 616 | ----- | 615 |
| ゾーン3 | | 620 | ----- | 620 | ----- | 620 |
| ゾーン4 | | 617 | ----- | 615 | ----- | 614 |
| ゾーン5 | | 619 | ----- | 619 | ----- | 619 |

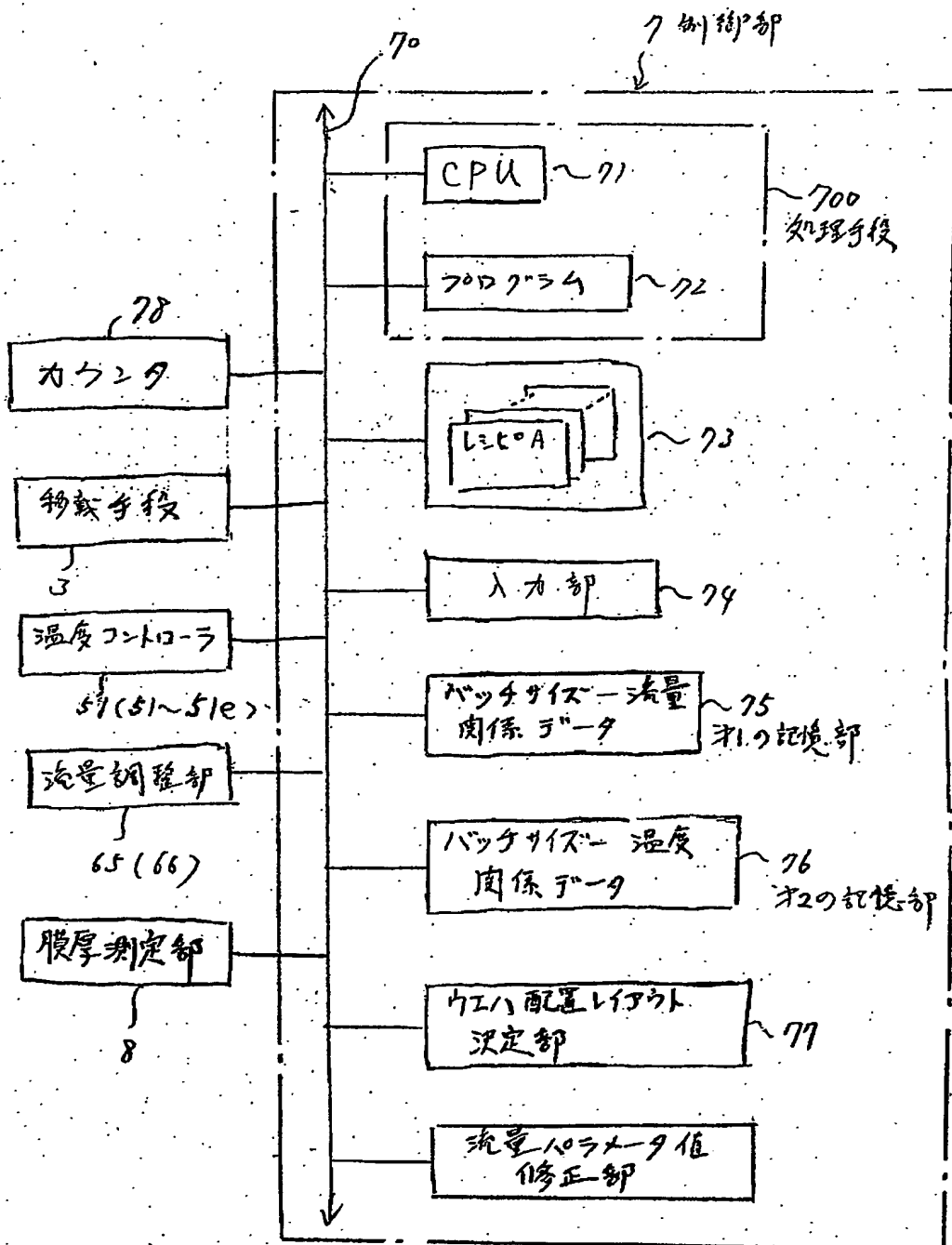
【図6】



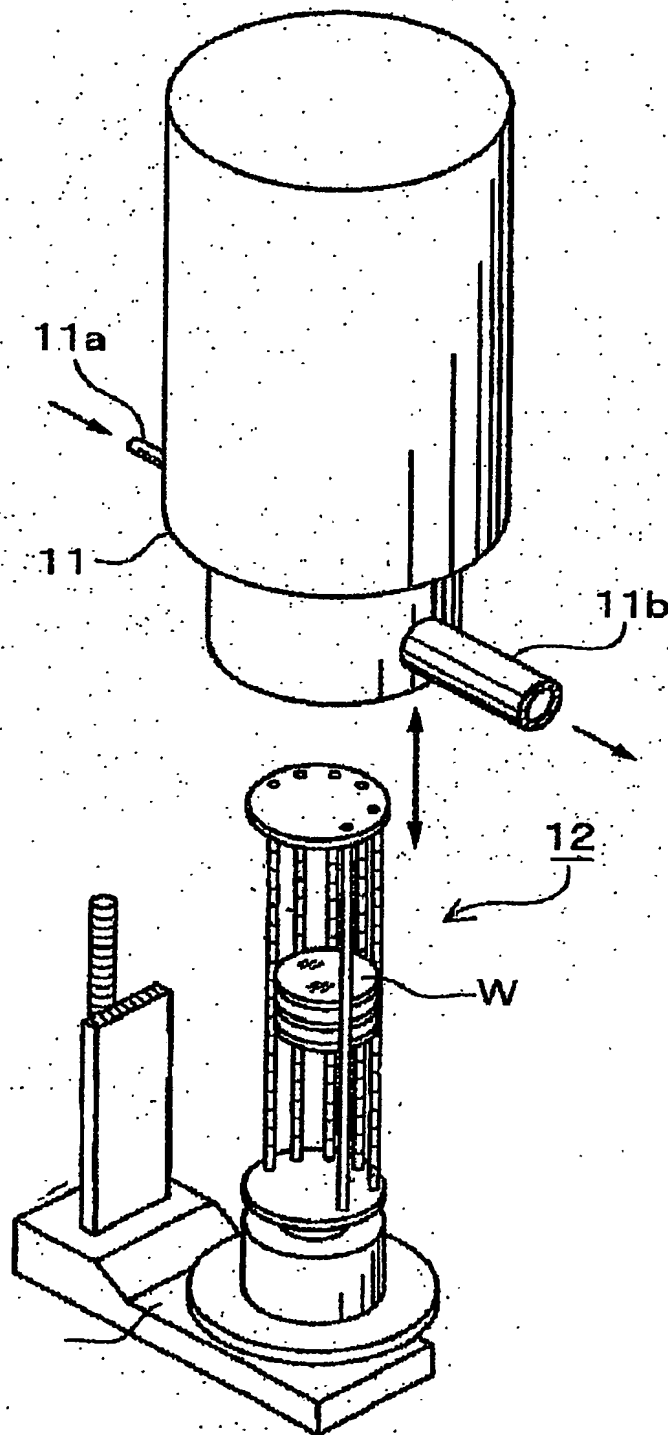
【図7】



【図8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 基板に対しバッチ式で熱処理を行うにあたり、1バッチで処理される製品基板枚数の多少に拘わらず、薄膜の膜質を各バッチ間で揃えること。

【解決手段】 例えば2種類の成膜ガスを用いてCVDにより薄膜を成膜する場合、1バッチで処理しようとする製品基板の枚数（バッチサイズ）を種々設定し、各バッチサイズ毎に成膜ガスの流量比を一定にしながら合計流量を種々の値に設定し、バッチサイズ間で成膜速度が揃うこととなる合計流量の値を各バッチサイズ毎に見つけ、バッチサイズと合計流量との関係データを記憶部に格納しておく。そして実際に熱処理を行うときにはバッチサイズに応じた合計流量を前記データから求め、その合計流量になるように成膜ガスの流量を制御して熱処理を行う。

【選択図】 図 4

特願 2 0 0 2 - 3 1 6 3 7 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 2 1 9 9 6 7]

1. 変更年月日

1 9 9 4 年 9 月 5 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区赤坂 5 丁目 3 番 6 号

氏 名

東京エレクトロン株式会社

2. 変更年月日

2 0 0 3 年 4 月 2 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号

氏 名

東京エレクトロン株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.